

다점지지된 TFT-LCD 유리기판의 고유진동수 최적화

Optimization for the Natural Frequency of the TFT-LCD Glass Plate with Multi-Support Point

이현승* · 이영신** · 김현수*** · 이장원*** · 이세훈***

H. S. Lee, Y. S. Lee, H. S. Kim, J. W. Lee, S. H. Lee

Key Words : TFT-LCD(박막트랜지스터 액정디스플레이), Glass Plate(유리기판), Natural Frequency(고유진동수), Optimization(최적화) Multi-Support Point (다점지지)

ABSTRACT

The TFT-LCD is extensively used from a small watch to a large TV display, and the demand is increasing rapidly. The size of TFT-LCD glass plate becomes more bigger, and the thickness become more thinner with high demands. As a result, natural frequency of the TFT-LCD glass plate becomes more lower. The TFT-LCD glass plate will be moved by robot arm, and may receive effect of vibration that occur at transfer. Natural frequency of the TFT-LCD glass plate is increased or decrease according to location that robot arm fixes glass plate. Purpose of a this study is finding support location that optimize the first natural frequency of TFT-LCD glass plate. The size optimization method of ANSYS 8.0 is used as the optimization tool search on the optimal support location of TFT-LCD glass plate. The considered number of support point is from 4 to 9.

1. 서 론

박막트랜지스터 액정 디스플레이 (TFT-LCD: Thin Film Transistor Liquid Crystal Display)는 디스플레이 장치중에서 그 수요가 급증하고 있는 제품이다. 전자시계에서부터 노트북에까지 많은 제품에 사용되며, 기존의 액정모니터 보다 소비전력이 낮으며, 크기가 작아 각광을 받고 있다. 이에 대해 성능은 높이며 제품생산비를 낮추는 연구가 많이 진행되고 있다. 제품의 생산비를 줄이는 방법중 하나가 공정중 LCD의 유리기판이 보다 구조적으로 안정화 시키는 것이다. LCD의 크기가 점차 커짐에 따라 유리기판의 크기도 점차 증가하게 되었으며, 이에 따라 LCD 제조공정중 다양한 문제들이 유발되게 되었다. 문제들중 하나가 진동이다. 유리기판의 크기가 증가함에 따라 진동에 의한 영향을 많이 받게 된다. 본 연구에서는 LCD 가공 공정중에 생기는 진동중 로봇암이 유리기판을 흡착하여 이동할 때 생기는 진동특성에 대해 연구하였다. 로봇암이 유리기판을

흡착하는 위치에 따라 유리기판의 고유진동수는 변하게 된다. 따라서 로봇암 흡착부의 개수에 따른 유리기판의 1차 고유진동수 최대화 할수 있는 위치를 찾는 것을 본 논문의 목적으로 한다.

2. 본 론

2.1 연구대상

연구에서 고려한 Glass의 사이즈는 1850×1500×0.7mm이며, 그 형상은 그림 1과 같다.

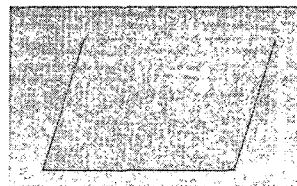


그림 1 LCD Glass Plate 형상 (단위 mm)

Glass의 물성치는 탄성계수 69.2 GPa이며, 밀도 2730kg/m³ 포아송비 0.23 이다.

* 충남대학교 기계설계공학과
E-mail : leehs1997@cnu.ac.kr
Tel : (042)825-6531

** 충남대학교 기계설계공학과

*** 충남대학교 기계설계공학과 대학원

2.2 연구방법

로봇암의 흡착부는 그림 2 와 같은 형상을 갖고 있다. 흡착부로 0.6 MPa정도의 압력을 이용하여 유리기판을 흡착한다. 이때 발생하는 힘에 의하여 유리기판은 고정되어진다. 따라서 최적화 해석 수행을 위한 모델 단순화를 위해 흡착부를 단순지지도 하여 경계조건을 정하였으며, 얇은 유리기판은 상용 유한요소 프로그램인 ANSYS 8.0에서 지원되는 shell 63 요소를 사용하였다. 이를 토대로 하여 지지 포인트의 개수에 따라 1차 고유진동수를 최대로 하는 지지위치 최적설계를 수행하며, 고려된 지지 포인트의 개수는 4개 부터 9개까지이다.

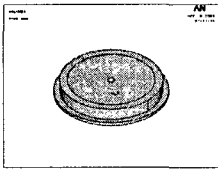


그림 2. 로봇암 흡착부 형상

2.3 최적화 해석

(1) 지지 포인트 4개

지지 포인트가 4개일때 1차 고유진동수를 최대화 할 수 있는 지지 포인트의 위치 최적화 설계를 위한 설계변수는 그림 3 과 같다. 지지 포인트의 위치는 대칭을 유지한다는 가정을 하고 있으며, 따라서 4개의 지지부를 가질 때는 아래와 같이 변수 2개를 갖는다. X축과 Y축 각각 한 개의 설계변수를 갖고 있다. X1의 설계변수 범위는 100mm부터 925mm 까지이며, Y1의 설계변수 범위는 100mm부터 750mm 까지로 정의하였다. 이와 같은 변수를 토대로 하여 ANSYS8.0을 이용하여 그림 4와 같은 유한요소 모델링을 하였다. 이 모델링을 토대로 하여 ANSYS code의 Sub-Problem method을 이용하여 Size Optimize Analysis 을 수행하였다.

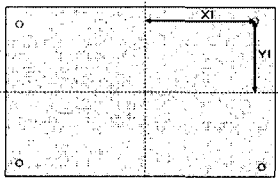


그림 3 4개의 지지 포인트 설계변수

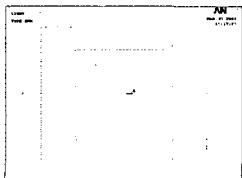


그림 4 ANSYS 8.0을 이용한 단순화된 모델(4개)

최초 모델 즉, $X1=925\text{mm}$, $Y1=750\text{mm}$ 일때의 1차 고유진동수는 0.609 Hz 를 나타냈으며, 최적화 수행후 1.962 Hz의 1차 고유진동수를 갖게 되었다. 이때의 최적화된 변수값은 $X1=540.8\text{mm}$, $Y1=495.4\text{mm}$ 이다.

(2) 지지 포인트 5개

지지 포인트가 5개일때 1차 고유진동수를 최대화 할 수 있는 지지 포인트의 위치 최적화 설계를 위한 설계변수는 그림 5 와 같다. 지지 포인트의 위치는 대칭을 유지한다 5개의 지지포인트중 4개는 모서리 쪽에 있으며, 한 개는 유리기판의 정 중앙에 위치한다. 따라서 중앙에 위치한 지지 포인트는 움직이지 않으므로 변수처리를 하지 않고, 고정시켰다. 모서리에 위치한 4개의 지지 포인트는 X축과 Y축으로 이동이 가능하다. X1의 설계변수 범위는 100mm부터 925mm 까지로 하였으며, Y1의 설계변수 범위는 100mm부터 750mm 까지로 정의 하였다. 이와 같은 변수를 토대로 하여 ANSYS 8.0을 이용하여 그림 6과 같은 유한요소 모델링을 하였다. 이 모델링을 토대로 하여 ANSYS code의 Sub-Problem method을 이용하여 Size Optimize Analysis 을 수행하였다.

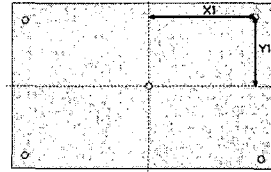


그림 5 5개의 지지 포인트 설계변수

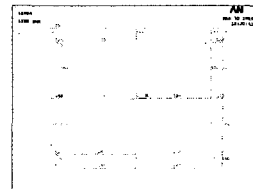


그림 6 ANSYS 8.0을 이용한 단순화된 모델(5개) 중앙을 제외한 나머지 4개의 지지 포인트가 모서리에 있을 때 즉, $X1=925\text{mm}$, $Y1=750\text{mm}$ 일때의 1차 고유진동수는 1.365 Hz 를 나타냈으며, 최적화 수행후 2.312 Hz의 1차 고유진동수를 갖게 되었다. 최적화된 설계변수값은 $X1 = 623.4\text{mm}$, $Y1 = 516.9\text{mm}$ 이다.

(3) 지지 포인트 6개

지지 포인트가 6개일때 1차 고유진동수를 최대화 할 수 있는 지지 포인트의 위치 최적화 설계를 위한 설계변수는 그림 7 과 같다. 지지 포인트의 위치는 대칭성을 유지한다 6

개의 지지 포인트중 4개는 모서리 쪽에 있으며, 두개는 유리기관의 중앙의 Y축에 위치한다. 따라서 중앙의 Y축에 위치한 지지 포인트는 X축으로 움직이지 않으며 모서리에 위치한 4개의 지지 포인트는 X축과 Y축으로 이동가능하다. X1의 변수 범위는 100mm부터 925mm 까지로 하였으며, Y1의 변수 범위는 100mm부터 750mm 까지이고, Y2의 변수 범위는 100mm부터 750mm 까지이다. 이와 같은 변수를 토대로 하여 ANSYS 8.0을 이용하여 그림 8과 같은 모델링을 하였다. 이 모델링을 토대로 하여 ANSYS code의 Sub-Problem method을 이용하여 Size Optimize Analysis 을 수행하였다.

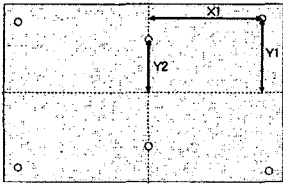


그림 7 6개의 지지 포인트 설계변수

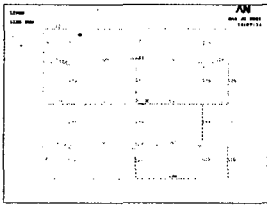


그림 8 ANSYS 8.0을 이용한 단순화된 모델(6개)

6개의 지지 포인트가 유리기관의 모서리에 있을 때 즉 X1 925mm, Y1 750mm, Y2 750mm 일 때의 유리기관의 1차 고유진동수는 1.085 Hz를 나타냈으며, 최적화 수행후 3.075 Hz의 1차 고유진동수를 갖게 되었다. 최적화 수행후의 설계변수값은 X1=667.7mm , Y1=414.8mm, Y2=446.2mm이다.

(4) 지지 포인트 7개

지지 포인트가 7개일때 1차 고유진동수를 최대화 할 수 있는 지지 포인트의 위치 최적화 설계를 위한 설계변수는 그림 9 과 같다. 지지 포인트의 위치는 대칭성을 유지한다. 7개의 지지 포인트중 4개는 모서리 쪽에 있으며, 두개는 유리기관의 중앙의 Y축에 위치하며, 중앙에 1개의 고정된 지지 포인트를 갖는다. 따라서 중앙의 Y축에 위치한 지지 포인트는 X축으로 움직이지 않으며 모서리에 위치한 4개의 지지 포인트는 X축과 Y축으로 이동이 가능하다. X1의 변수 범위는 100mm부터 925mm 까지로 하였으며, Y1의 변수 범위는 100mm부터 750mm 까지이고, Y2의 변수 범위는 100mm부터 750mm 까지이다. 이와 같은 변수를 토대로 하여 ANSYS 8.0을 이용하여 그림 10과 같은 모델링을 하였다. 이 모델링을 토대로 하여 ANSYS code의 Sub-Problem method을 이용하여 Size Optimize Analysis 을 수행하였다.

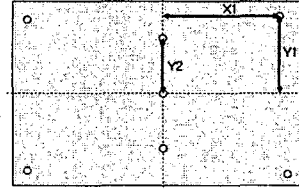


그림 9 7개의 지지 포인트 설계변수

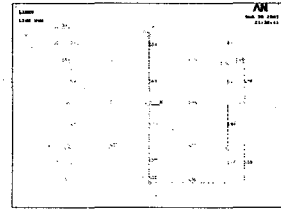


그림 10 ANSYS 8.0을 이용한 단순화된 모델(7개)

7개의 지지 포인트중 6개의 지지 포인트가 유리기관의 모서리에 있고, 중앙에 한 개의 지지 포인트가 있을때 즉 X1 925mm, Y1 750mm, Y2 750mm 일 때의 유리기관의 1차 고유진동수는 1.538 Hz를 나타냈으며, 최적화 수행후 3.909 Hz의 1차 고유진동수를 갖게 되었다. 최적화된 설계변수값은 X1=758.8 mm , Y1=412.6mm, Y2=711.0mm이다.

(5) 지지 포인트 8개

지지 포인트가 8개일때 1차 고유진동수를 최대화 할 수 있는 지지 포인트의 위치 최적화 설계를 위한 설계변수는 그림 11과 같다. 지지 포인트의 위치는 대칭성을 유지한다. 8개의 지지 포인트중 4개는 모서리 쪽에 있으며, 두개는 유리기관의 중앙의 Y축에 위치하며, 두개는 유리기관의 중앙의 X축에 위치한다. 따라서 중앙의 Y축에 위치한 지지 포인트는 X축으로 움직이지 않으며, 중앙의 X축에 위치한 지지 포인트는 Y축으로 움직이지 않고, 모서리에 위치한 4개의 지지 포인트는 X축과 Y축으로 이동이 가능하다. X1과 X2의 변수 범위는 100mm부터 925mm 까지이고, Y1과 Y2의 변수 범위는 100mm부터 750mm 까지이다. 이와 같은 변수를 토대로 하여 ANSYS 8.0을 이용하여 그림 12와 같은 모델링을 하였다. 이 모델링을 토대로 하여 ANSYS code의 Sub-Problem method을 이용하여 Size Optimize Analysis 을 수행하였다.

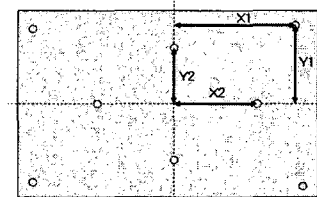


그림 11 8개의 지지 포인트 설계변수

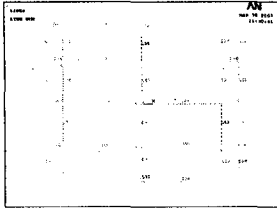


그림 12 ANSYS 8.0을 이용한 단순화된 모델(8개)

8개의 지지 포인트가 유리기판의 모서리에 있을 때 즉 X1 925mm, X2 925mm, Y1 750mm, Y2 750mm 일 때의 유리기판의 1차 고유진동수는 1.612 Hz를 나타냈으며, 최적화 수행후 4.102 Hz의 1차 고유진동수를 갖게 되었다. 최적화된 설계변수값은 X1=561.7mm, X2=756.5mm, Y1=514.3mm, Y2=395.3mm이다.

(6) 지지 포인트 9개

지지 포인트가 9개일 때 1차 고유진동수를 최대화 할 수 있는 지지 포인트의 위치 최적화 설계를 위한 설계변수는 그림 13과 같다. 지지 포인트의 위치는 대칭성을 유지한다. 9개의 지지 포인트중 4개는 모서리 쪽에 있으며, 두개는 유리기판의 중앙의 Y축에 위치하며, 두개는 유리기판의 중앙의 X축에 위치고, 한 개는 중앙에 고정되어 있다. 따라서 중앙의 Y축에 위치한 지지 포인트는 X축으로 움직이지 않으며, 중앙의 X축에 위치한 지지 포인트는 Y축으로 움직이지 않으며, 모서리에 위치한 4개의 지지 포인트는 X축과 Y축으로 이동이 가능하다. X1과 X2의 변수 범위는 100mm부터 925mm 까지이고, Y1과 Y2의 변수 범위는 100mm부터 750mm 까지이다. 이와 같은 변수를 토대로 하여 ANSYS 8.0을 이용하여 그림 14와 같은 모델링을 하였다. 이 모델링을 토대로 하여 ANSYS code의 Sub-Problem method을 이용하여 Size Optimize Analysis 을 수행하였다.

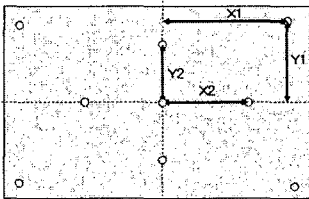


그림 13 9개의 지지 포인트 설계변수

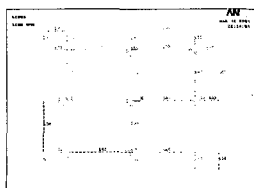


그림 14 ANSYS 8.0을 이용한 단순화된 모델(9개)

8개의 지지 포인트가 유리기판의 모서리에 있고, 중앙에 한 개의 지지 포인트가 있을 때, 즉 X1 925mm, X2 925mm, Y1 750mm, Y2 750mm 일 때의 유리기판의 1차 고유진동수는 2.695 Hz이며, 최적화 수행후 5.090 Hz의 1차 고유진동수를 갖게 되었다. 최적화된 설계변수값은 X1=675.1mm, X2=720.5mm, Y1=553.2mm, Y2=532.0mm이다.

3. 결 론

LCD 유리기판을 고정시키는 하는 포인트의 개수를 4개에서부터 9개까지 고려하였다. 각각의 경우에 대하여 ANSYS code에서 지원하는 Size Optimize Analysis을 수행하였으며 그 결과는 다음과 같다.

- 1) 지지 포인트수가 4개일 때 설계변수는 X1, Y1이며, 최적화 설계 수행결과 1차 고유진동수가 0.609Hz에서 1.962Hz로 322%의 증가율을 보여주었다.
- 2) 지지 포인트수가 5개일 때 설계변수는 X1, Y1이며, 최적화 설계 수행결과 1차 고유진동수가 1.365Hz에서 2.312Hz로 169%의 증가율을 보여주었다.
- 3) 지지 포인트수가 6개일 때 설계변수는 X1, Y1, Y2이며, 최적화 설계 수행결과 1차 고유진동수가 1.085Hz에서 3.075Hz로 283%의 증가율을 보여주었다.
- 4) 지지 포인트수가 7개일 때 설계변수는 X1, Y1, Y2이며, 최적화 설계 수행결과 1차 고유진동수가 1.538Hz에서 3.909Hz로 254%의 증가율을 보여주었다.
- 5) 지지 포인트수가 8개일 때 설계변수는 X1, X2, Y1, Y2이며, 최적화 설계 수행결과 1차 고유진동수가 1.612Hz에서 4.102Hz로 254%의 증가율을 보여주었다.
- 5) 지지 포인트수가 9개일 때 설계변수는 X1, X2, Y1, Y2이며, 최적화 설계 수행결과 1차 고유진동수가 1.365Hz에서 2.312Hz로 169%의 증가율을 보여주었다.

참 고 문 헌

- (1) "ANSYS MANUAL (Ver.6.0)", Swanson Analysis Systems Inc., 2001
- (2) "ANSYS Design Optimization Seminar for Revision5.0", Swanson Analysis Systems Inc., 1993
- (3) 이영신, "핵연료 캡슐 Double Shell 시스템의 구조해석 및 설계최적화", 한국원자력 연구소 위탁과제 최종보고서, 2003
- (4) 이영신, "차기보병전투장갑차 포탑 구조물의 최적설계", 대우종합기계 위탁과제 중간보고서, 2004